

氏 名	近藤 文義
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	理 学
学位授与番号	博甲第3426号
学位授与の日付	平成19年 3月23日
学位授与の要件	自然科学研究科地球・環境システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	渦相関法による大気－海洋間の二酸化炭素輸送量の直接測定に関する研究
論文審査委員	教授 塚本 修    教授 小田 仁    助教授 加藤内蔵進

#### 学位論文内容の要旨

渦相関法は大気と海洋間における物質フラックス（輸送量）を高時間分解能かつ直接測定することのできる唯一の評価手法である。本研究では、過去観測に利用されてきた Open-Path 方式の二酸化炭素濃度測定器を、始めて外洋上において利用し、渦相関法による大気と海洋間の二酸化炭素フラックスを真に直接測定した。本研究において観測対象海域としたインド洋赤道海域は、大気と海洋間の二酸化炭素の分圧差が全球的にみて小さく、また観測期間中の風速は  $7 \text{ ms}^{-1}$  以下で穏健であった。

外洋上において渦相関法を適用するにあたっては、動揺するプラットフォーム上での観測を余儀なくされる。本研究では、Takahashi et al. (2005) によって報告された船体の動揺補正システムを海洋研究開発機構が保有する海洋研究船「みらい」のフォアマストのトップデッキに搭載し、動揺補正を試みた。その結果、FFT によって周波数解析された鉛直風速成分について、船体の固有周期である  $0.1 \text{ Hz}$  を中心とした false peak がみられなくなった。この結果により、本研究で採用した船体の動揺補正システムが十分効果的であることが分かった。

温度と水蒸気濃度、そして二酸化炭素濃度変動の規格化したパワースペクトルは基本的に同様の周波数構造を示した。高周波領域において、二酸化炭素濃度変動のパワースペクトルにはホワイトノイズがみられたが、二酸化炭素フラックスの（二酸化炭素濃度と鉛直風速変動との）コスペクトルは、顕熱と潜熱フラックスのコスペクトルと同様に十分閉じており、ホワイトノイズの影響は二酸化炭素フラックスに対して無視しうるほど小さかった。

顕熱と潜熱フラックス、そして二酸化炭素の生フラックスは風速に対して強い依存性を示した。二酸化炭素の生フラックスは常に下向き（大気から海洋への輸送）、顕熱と潜熱フラックスから寄与される二酸化炭素についての Webb 補正項は常に上向き（海洋から大気への輸送）を示し、潜熱フラックスから寄与される補正項が顕熱フラックスのものよりも大きかった。これらの和として表せる二酸化炭素の総輸送量は上向きを示し、先に示したフラックスと同様に風速に対して依存性を示した。この結果は、Wanninkhof (1992) によって報告されたマスバランス法により評価された気体輸送速度を利用し、バルクモデルによって推定された二酸化炭素フラックスよりも大きいことを示した。

## 論文審査結果の要旨

本研究は地球温暖化の根幹的な要素としての二酸化炭素が、海洋によってどの程度吸収・放出されているのか、ということの詳細な現場観測によって定量的に評価したものである。これまでの研究では経験的な輸送係数を用いて、風速と大気海洋間の二酸化炭素分圧差からバルク公式で得られたものしかなかった。しかし、本研究で開発された、渦相関法による大気－海洋間の二酸化炭素輸送量の直接測定の手法で、まったく独立した客観的な方法で輸送量(吸収量・放出量)を得られるようになった。

この手法をインド洋における観測航海に申請者自身が乗船して、実際の海の上で現場直接測定した結果を報告したものである。その結果、大気と海洋の分圧差の小さいインド洋では測定された二酸化炭素輸送量に対して、Webb補正と呼ばれる空気の密度変動補正項が非常に大きくなり、輸送の向きを逆転させるほどになることがわかった。これまで沿岸域で同様な報告があったが、外洋でこのような重要な発見があったことは特筆すべきことである。

また、このWebb補正項の精度を検証するために、陸上の二酸化炭素の吸収や放出のないと考えられるアスファルト路面で精密なフラックス観測を行い、この補正項の大きさが過大評価されている可能性を示した。これも今後の研究に重大な意味を持つてくる。

このような優れた業績を本論文にまとめた学位論文は、岡山大学自然科学研究科博士後期課程の学位に十分値する優れた論文であると判定し、ここに報告します。